



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 07 618 T2 2004.11.18**

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 154 870 B1

(51) Int Cl.⁷: **B21D 26/02**

(21) Deutsches Aktenzeichen: 600 07 618.0

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/NL00/00099

(96) Europäisches Aktenzeichen: 00 906 750.5

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 00/48762

(86) PCT-Anmeldetag: 17.02.2000

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: 24.08.2000

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 21.11.2001

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 07.01.2004

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 18.11.2004

(30) Unionspriorität:

1011330 17.02.1999 NL

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE

(73) Patentinhaber:

Corus Staal B.V., IJmuiden, NL; Dr. Meleghy GmbH
& Co. KG Werkzeugbau und Presswerk, 51469
Bergisch Gladbach, DE

(72) Erfinder:

SCHULZE, Bernd, D-09366 Niederdorf, DE; VAN
VELDHUIZEN, Bart, Hendrik, NL-1946 ZK
Beverwijk, NL

(74) Vertreter:

Müller, Schupfner & Gauger, 80539 München

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES DÜNWANDIGEN METALLROHRSTÜCKS**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verformen eines dünnwandigen Metallrohrstücks, das die Schritte umfaßt, das Rohrstück bezüglich seiner ursprünglichen Längsachse zu biegen und dann das Rohrstück wenigstens an der Stelle zu hydroformen, wo es auf diese Weise gebogen wurde.

[0002] Ein bekanntes Verfahren zum Verformen eines Rohrs umfaßt das sogenannte Hydroformen. Bei diesem Verfahren wird die Wand des Rohrstücks unter dem Einfluß von Wasserdruck gegen ein Formstück gepreßt, so daß das Rohrstück seine endgültige Form erhält. Die Hydroformtechnik ist allgemein bekannt und erfordert deshalb hier keine weitere Erläuterung. Wenn das Rohrstück auch gebogen werden soll, wird vor dem Hydroformschritt und getrennt davon auch eine Biegeoperation durchgeführt, wobei das gebogene Rohrstück in diesem Fall dann seine endgültige gewünschte Gestalt durch Hydroformen erhält. Auf diese Weise können zahlreiche sehr komplizierte Formen hergestellt werden, die in der Technik, z. B. in der Automobilindustrie verwendet werden.

[0003] Man hat herausgefunden, daß bei diesem Verarbeitungsverfahren das Biegen des Rohrstücks einen kritischen Schritt bildet. Insbesondere wenn für das Rohrstück eine geringe Wanddicke verwendet wird, bilden sich rasch entlang der Außenseite während der Biegeoperation Risse, während sich in dem komprimierten Bereich entlang der Innenseite der Biegung Falten bilden. Diese Falten treten in diesem Fall in Umfangsrichtung des Rohrstücks auf, d. h. sie verlaufen in einer Richtung, die bezüglich der Längsachse des Rohrstücks quer liegt. Wenn das gebogene Rohrstück dann einer Hydroformoperation unterworfen wird, findet man, daß Falten dieser Art, die in Umfangsrichtung verlaufen, nicht mehr entfernt werden können. Das Ergebnis ist ein inakzeptables Produkt.

[0004] Die JP-61-086029-A offenbart ein Verfahren zum Verformen eines Metallrohrs der oben erwähnten Art, das einen Druckquetschschritt vor dem Biegen des Rohrs umfaßt. Bei diesem Druckquetschschritt wird das Rohr in ein Loch einer Quetscheinrichtung eingesetzt, das den gleichen Durchmesser wie der Außendurchmesser des Rohrs hat, und dann wird ein Stempel gegen die Rohrwand an der Stelle getrieben, wo das Rohr bei dem späteren Biegeschritt gebogen wird. Dadurch wird der Abschnitt des Rohrs, der mit dem Stempel in Kontakt kommt, druckgequetscht und in engen Kontakt mit der Rohrwand an der gegenüberliegenden Seite gebracht. Nach diesem Druckquetschschritt wird das Rohr in ein Loch einer Rohrbiegeeinrichtung eingeführt, so daß der gerade Rohrwandteil, mit welchem der druckgequetschte Abschnitt der Rohrwand des Rohrs in Kon-

takt gebracht wurde, derart positioniert ist, daß er gegen einen kronenförmigen Scheitelteil der unteren Kantenfläche des Lochs anliegt. Dann wird ein Stempel durch ein Loch des Gesenks gegen den druckgequetschten Abschnitt der Rohrwand getrieben, wodurch das Rohr entlang des kronenförmigen Scheitelteils gebogen wird.

[0005] Bei dies Verfahren aus dem Stand der Technik soll die Erzeugung von Falten beim Biegeschritt vermieden sein, da die Wandabschnitte des Rohrs, die an dem kronenförmigen Scheitelteil anliegen, während des Biegevorgangs von beiden Seiten geklemmt und unter Druck gesetzt werden. Allerdings muß bei dem Druckquetschschritt der Wandabschnitt stark verformt werden, um ihn in engen Kontakt mit dem Wandabschnitt an der gegenüberliegenden Seite zu bringen. Demnach ist dieses Verfahren kaum für dünnwandige Rohre anzuwenden.

[0006] Deshalb besteht die Aufgabe der Erfindung darin, ein Verfahren vorzusehen, bei welchem die Herstellung von gebogenen dünnwandigen Rohrstücken und von Produkten, die unter Verwendung solcher Rohrstücke geformt sind, weniger Probleme verursacht. Insbesondere ist beabsichtigt, die Gefahr von Rißbildungen zu reduzieren und die Bildung von Falten in Umfangsrichtung zu vermeiden.

[0007] Bei dem im Oberbegriff beschriebenen Verfahren wird dies erreicht, wenn das Rohrstück vor dem Biegen sowohl an der Innenseite als auch an der Außenseite der zu bildenden Biegung an der Stelle eingekerbt wird, wo es als Ergebnis der Biegeoperation eine Biegung zeigen wird.

[0008] Als ein Ergebnis der Einkerbung, die beinhaltet, daß Wandmaterial näher zu der neutralen Ebene von Biegespannungen bewegt wird, kann das Rohrstück einfacher gebogen werden, womit im Ergebnis die Gefahr von Rissen und der Bildung von Falten in Umfangsrichtung beträchtlich reduziert ist. Die endgültige Gestalt des zu verformenden Rohrstücks kann dann während der nachfolgenden Hydroformoperation auferlegt werden, während derer jegliche Verformungen, die in Längsrichtung auferlegt sein könnten, beseitigt werden können oder weitere Verformungen erzeugt werden können. Es sei bemerkt, daß überraschenderweise herausgefunden wurde, daß Falten in der Wand des gebogenen Rohrstücks, die in Längsrichtung verlaufen, d. h. mehr oder weniger parallel zu der Achse des Rohrstücks, nach der Durchführung des Hydroformens nicht mehr sichtbar sind.

[0009] Das Verfahren kann dazu verwendet werden, dem verformten Rohrstück entlang seiner Länge einen konstanten Querschnitt zu verleihen, indem das unverformte Rohrstück zunächst als Ergebnis von Kompression mit Längsfalten an jeder Seite der

neutralen Ebene versehen wird und dann, nach der Biegeoperation, der konstante Querschnitt durch den Hydroformschritt wiederhergestellt. Man hat herausgefunden, daß auf diese Weise dünnwandige Rohrstücke mit einem konstanten Querschnitt und einem relativ kleinen Krümmungsradius erfolgreich hergestellt werden können. In der Vergangenheit verursachte die Herstellung von Rohrstücken dieser Art beträchtliche Probleme.

[0010] Bei einer Ausführungsform des Verfahrens nach der Erfindung wird das Rohrstück nach dem Einkerbungsschritt und/oder nach dem Biegeschritt derart verformt, daß wenigstens ein Teil des Materials, welches das Rohrstück bildet, der aus der Sicht im Querschnitt durch das Rohrstück in einem Bereich zwischen Bereichen liegt, wo das Rohrstück eingekerbt wird, näher an den Schwerpunkt des Querschnitts bewegt wird. Dadurch wird die Gefahr von Rissen und/oder Faltenbildung weiter reduziert.

[0011] Die Erfindung wird nun unter Bezug auf eine Anzahl von Figuren erläutert.

[0012] Fig. 1a–d zeigen die Herstellung eines gebogenen Stücks mit einem konstanten Querschnitt aus einem geraden Rohrstück; und

[0013] Fig. 2 zeigt die Herstellung eines rohrförmigen Produkts mit einer komplizierten Form aus einem geraden Rohrstück.

[0014] In Fig. 1 veranschaulichen a, b, c und d verschiedene Phasen der Herstellung des gebogenen Stücks 4. In Fig. 1a bezeichnet die Bezugsziffer 1 ein gerades Rohrstück, das zu dem gebogenen Stück 4 geformt werden soll, das in Fig. 1d gezeigt ist.

[0015] Fig. 1b zeigt das Rohrstück 1 mit dem Querschnitt 2, nachdem die Wand von jeder Seite halb entlang des Rohrstücks komprimiert wurde, mit dem Ergebnis, daß Wandfalten in Längsrichtung gebildet sind. Der Querschnitt des Rohrstücks an der Stelle dieser Längsfalten ist bei 3' angedeutet. Die Pfeile, die im Diagramm zueinander gerichtet sind, geben die Einkerbung nach der Erfindung an. Die Pfeile, die bei 3' zueinander gerichtet sind, geben jede weitere Verformung des Rohrstücks vor oder nach dem Biegen an. Fig. 1c zeigt, wie das Rohrstück leicht an der Stelle des verdünnten Mittelteils gebogen werden kann, teilweise als Ergebnis der beträchtlichen Reduzierung des Schnittmoduls im Querschnitt an dieser Stelle. Die Gefahr von Rissen oder Falten in Umfangsrichtung ist als Ergebnis merklich reduziert. Die in Fig. 1d läßt sich erhalten, indem das in Fig. 1c einer Hydroformoperation unterzogen wird.

[0016] Fig. 2 veranschaulicht die Herstellung eines Werkstücks mit einer komplizierteren Gestalt. In Fig. 2a1 und a2 sind eine Vorderansicht eines Rohr-

stücks bzw. ein Querschnitt durch ein Rohrstück veranschaulicht. Fig. 2d1 und d2 zeigen eine Seitenansicht bzw. einen Querschnitt des daraus geformten Produkts 9. An der Stelle 7 werden Längsfalten in das Rohrstück 5 gepreßt, womit im Ergebnis ein Querschnitt mit der Gestalt von 8 an dieser Stelle gebildet ist (vgl. Fig. 2b1 und b2). Die in Fig. 2c1 und c2 gezeigte Gestalt wird durch Biegen des Rohrstücks erhalten.

[0017] Daraus läßt sich die endgültige Gestalt 9 durch Hydroformen erhalten; an dieser Gestalt sind zahlreiche Veränderungen denkbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verformen eines dünnwandigen Metallrohrs (1), das die Schritte umfaßt, das Rohrstück (1) bezüglich seiner ursprünglichen Längsachse zu biegen und dann das Rohrstück (1) wenigstens an der Stelle zu hydroformen, wo es gebogen wurde, wobei das Rohrstück (1) vor dem Biegeschritt an der Stelle komprimiert wird, wo es die Biegung als Ergebnis der Biegeoperation zeigt, so daß eine Falte gebildet ist, die im wesentlichen parallel zu der Längsachse des Rohrs (1) an der Außenseite der zu bildenden Biegung verläuft, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei dem Kompressionsschritt vor dem Biegeschritt Längsfalten an der Außenseite und der Innenseite der Biegung an jeder Seite der neutralen Ebene der Biegespannungen gebildet werden, wodurch Wandmaterial an beiden Seiten der neutralen Ebene näher zu der neutralen Ebene bewegt wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Fig. 1

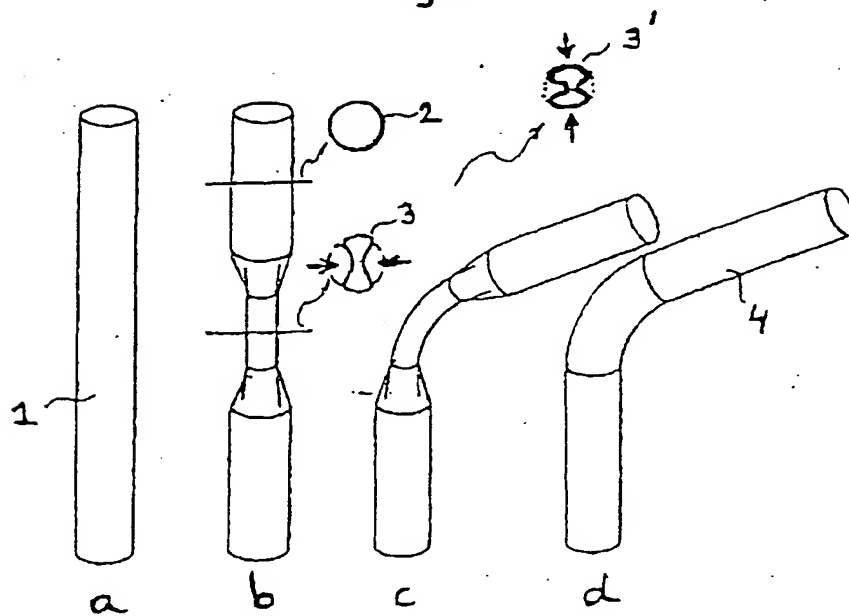


Fig. 2

